

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

REC'D 11 NOV 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 39 126.6

**Anmeldetag:**

22. August 2003

**Anmelder/Inhaber:**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen/DE;  
SENSITEC GmbH, 35633 Lahnau/DE.Erstanmelder: ZF Friedrichshafen AG,  
88046 Friedrichshafen/DE**Bezeichnung:**

Kugelgelenk mit Winkelsensor

**IPC:**

F 16 C 11/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 2. November 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

Letang

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN

COMPLYING WITH RULE 17.1(a) OR (b)



1547 DE

12

---

## Kugelgelenk mit Winkelsensor

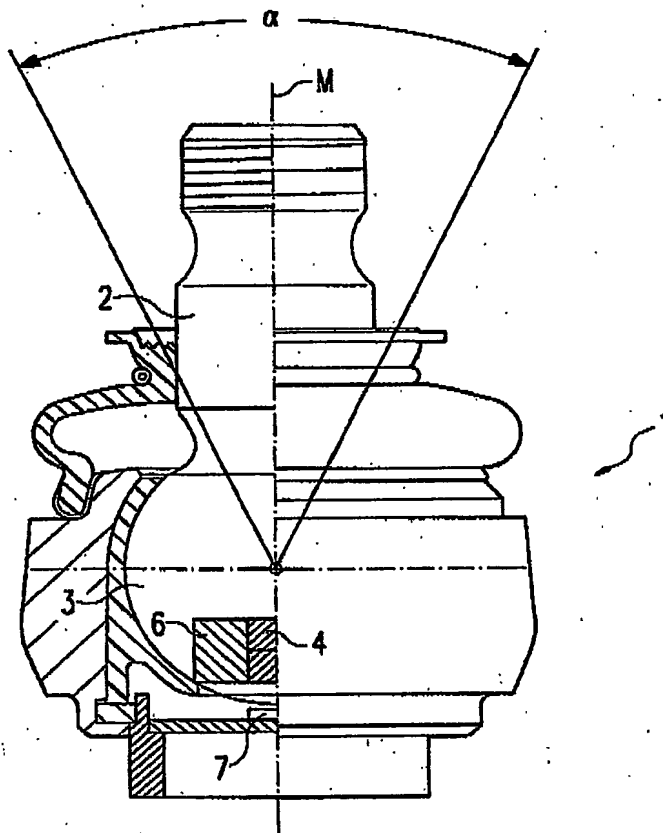
---

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Kugelgelenk mit integriertem Winkelsensor, insbesondere zur Verwendung als Fahrzeugniveaugeber im Fahrwerk eines Kraftfahrzeuges.

Das Kugelgelenk weist ein Kugelgelenkgehäuse (1), ein in dem Kugelgelenkgehäuse (1) gelagerten Kugelzapfen (2), einen an der Gelenkkugel (3) des Kugelzapfens (2) angeordneten zweipoligen Feldgeber (4) und zumindest einen an dem Kugelgelenkgehäuse (1) angeordneten Magnetfeldrichtungssensor (5), der mit dem von dem Feldgeber (4) erzeugten Magnetfeld in Wechselwirkung steht, auf, wobei nur ein Pol des zweipoligen Feldgebers (4) an der Kugeloberfläche angeordnet ist.

[Fig. 1]



1547 DE

1

5

---

### Kugelgelenk mit Winkelsensor

---

#### Beschreibung

- 10 Die Erfindung betrifft ein Kugelgelenk mit integriertem Winkelsensor, insbesondere zur Verwendung als Fahrzeugniveaugeber im Fahrwerk eines Kraftfahrzeuges.

Ein Kugelgelenk als Fahrzeugniveaugeber zur berührungslosen und kontinuierlichen Messung der Lageänderungen der Kraftfahrzeugkarosserie in Fahrwerken von  
15 Kraftfahrzeugen einzusetzen, wobei das Kugelgelenkgehäuse und der Kugelzapfen zwischen dem Fahrzeugchassis und der Radaufhängung angeordnet werden, ist aus der EP 617 260 A1 bekannt. In der Schrift wird vorgeschlagen, die von dem Fahrzeugniveaugeber gewonnenen Informationen zur Leuchtweiten- und/oder zur Fahrzeugniveauregulierung zu nutzen.

20

Das Kugelgelenk weist einen an der Gelenkkugel des Kugelzapfens angeordneten, zweipoligen Feldgeber und einen an dem Kugelgelenkgehäuse im Einflußbereich des Feldgebers angeordneten magnetoresistiven Sensor auf. Der Sensor soll hierbei die Lage des Kugelzapfens bzw. eine Änderung dieser, bei der sich die Position des Feldgebers zum  
25 Sensor und somit das magnetische Feld am Ort des Sensors ändert, möglichst genau über das detektierte Feld erfassen. Hierfür wird vorgeschlagen, Sensor und Feldgeber sich einander gegenüberliegend in der Gelenkkugel und dem Kugelgelenkgehäuse anzuordnen, damit die erzeugten Meßsignale die tatsächlichen Lageänderungen der Kraftfahrzeugkarosserie wiedergeben, ohne daß hierbei die im Achsbereich eines  
30 Fahrzeugs auftretenden räumlichen Bewegungen stören.

1547 DE

2

Bei diesem Kugelzapfen sind jedoch mit dem einen Sensor hinsichtlich der Genauigkeit, keine für das Kraftfahrzeug ausreichende Meßergebnisse zu erwarten, da der Sensor nur eine Bewegungsrichtung (Freiheitsgrad) des Kugelzapfens messen kann und die anderen  
5 zwei Freiheitsgrade mittels elektronischer Auswertung bestimmt oder ausgeschlossen werden müssen.

Zur Verbesserung der Meßgenauigkeit wird darüber hinaus in der Patentanmeldung DE 101 34 259 vorgeschlagen, zumindest zwei Feldsensoren im Kugelgelenkgehäuse  
10 einander diametral auf einer Kreisbahn im Bereich der Kugeloberfläche anzuordnen. Somit ist es mit den beiden unterschiedlichen an der Kugeloberfläche angeordneten Polen des Feldgebers möglich, zwei Freiheitsgrade des Kugelzapfens, ein Verschwenken und Verdrehen um seine Mittelachse, zu bestimmen. Zur Bestimmung der genauen räumlichen Position des Kugelzapfens gegenüber dem Kugelgelenkgehäuse in allen drei  
15 Freiheitsgraden wird vorgeschlagen, drei Feldsensoren auf der Kreisbahn im Abstand von 120° anzuordnen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kugelgelenk zu schaffen, bei welchem die Auslenkung des Kugelzapfes im Kugelgelenkgehäuse mit großer Genauigkeit bei der Verwendung von  
20 nur wenigen Sensoren erfaßt werden kann.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben. Somit weist das Kugelgelenk einen in dem Kugelgelenkgehäuse gelagerten Kugelzapfen, einen an der Gelenkkugel des Kugelzapfens  
25 angeordneten zweipoligen Feldgeber und zumindest einen an dem Kugelgelenkgehäuse angeordneten Magnetfeldrichtungssensor auf, der mit dem von dem Feldgeber erzeugten Feld in Wechselwirkung steht, wobei nur ein Pol des Feldgebers an der Kugeloberfläche angeordnet ist. Durch die Anordnung des einen Pols des Feldgebers an der Kugeloberfläche ergibt sich, im Gegensatz zu einer Anordnung, bei der beide Pole an der  
30 Kugeloberfläche angeordnet sind, ein strahlenförmiges Magnetfeld im Erfassungsbereich des Magnetfeldrichtungssensors. Dies erlaubt bereits eine genaue Bestimmung der Auslenkung des Kugelzapfens in einer Schwenkachse mit nur einem Sensor. Die

1547 DE

3

Beeinträchtigung der Gestaltung der Kugelkopfoberfläche durch den eingebrachten Feldgeber ist sehr gering.

5 Wird der Feldgeber, z. B. ein Stabmagnet, in der Symmetrieachse des Kugelzapfens angeordnet, können Drehbewegungen des Kugelzapfens um seine Symmetrieachse in jeder Auslenkposition die Messung der Auslenkung des Kugelzapfens nicht beeinflussen, da aufgrund des strahlenförmigen Magnetfeldes bei jeder Drehung die Richtung des Magnetfeldes am Ort des Sensors nahezu gleich bleibt. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Bestimmung der Niveaulage von Fahrzeugen über die Bewegung der Radaufhängung,  
10 da hier die Messung verfälschende und durch Lenkbewegung hervorgerufene Drehbewegung des Kugelkopfes um seine Symmetrieachse ausgeblendet werden.

Der Feldgeber kann in dem Kugelkopf in einer Schicht aus nicht magnetischen Material eingebettet werden, so daß die Gelenkkugel zur Übertragung hoher Gelenkkräfte aus  
15 Metall gefertigt werden kann. Eine magnetische Ankopplung des innenliegenden Pols des Feldgebers an die metallische Gelenkkugel verbessert die Gestaltung des Magnetfeldes im Erfassungsbereich des Magnetfeldrichtungssensors.

Die Verwendung von zumindest zwei Magnetfeldrichtungssensoren, die mit dem von dem  
20 Magnetfeldgeber erzeugten Feld in Wechselwirkung stehen und deren Bezugsachsen nicht parallel zueinander verlaufen, ermöglicht die Erfassung der Auslenkung des Kugelzapfens in jeder Richtung.

Zur einfachen Montage sind die Magnetfeldrichtungssensoren auf einer Platte, zum  
25 Beispiel an einem Verschlußdeckel des Kugelgelenkgehäuses, angebracht. Für eine effektive Fassung der Auslegung des Kugelzapfens werden die Sensoren in einem Winkel von 90° zueinander auf der Platte und die Platte selbst senkrecht zur Mittelachse des Kugelzapfens angeordnet. Durch diese Anordnung ist es möglich, eine Kippung des Kugelzapfens entlang der zwei Freiheitsgrade mit nur einer Maßverkörperung, dem  
30 Feldgeber, zu bestimmen.

1547 DE

4

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teilschnitt eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Kugelgelenks,

Fig. 2 eine in dem Kugelgelenkgehäuse des in Fig. 1 gezeigten Kugelgelenks integrierte Platte mit zwei Magnetfeldrichtungssensoren,

Fig. 3 einen Schnitt eines Kugelzapfens mit entsprechenden Feldlinienverlauf gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung und

Fig. 4 einen Schnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Kugelgelenks.

Das in Fig. 1 in einem Teilschnitt gezeigte Kugelgelenk besteht aus einem Kugelgelenkgehäuse 1 und einem mit seiner Gelenkkugel 3 in dem Kugelgelenkgehäuse 1 gelagerten Kugelzapfen 2. Das Kugelgelenk soll als Fahrzeugniveaugeber, dessen Signale bspw. zur statischen oder dynamischen Leuchtweiten- und/oder Fahrzeugniveauregelung nutzbar sind, in dem Fahrwerk eines Fahrzeuges eingesetzt werden, wobei entweder das Kugelgelenkgehäuse 1 oder der Kugelzapfen 2 mit der Radaufhängung und der Kugelzapfen 2 bzw. das Kugelgelenkgehäuse 1 mit dem Chassis des Fahrzeuges verbunden wird.

Die Anordnung des Kugelgelenks zwischen der Radaufhängung und dem Chassis erfolgt hierbei so, daß bei einer Lageänderung der Fahrzeugkarosserie gegenüber der Radaufhängung der Kugelzapfen 2 in dem Kugelgelenkgehäuse 1 eine Auslenkung erfährt, die die Lageänderung der Fahrzeugkarosserie gegenüber der Strasse gut abbildet.

Zur Erfassung der Auslenkung des Kugelzapfens 2 in dem Kugelgelenkgehäuse 1 ist in der Gelenkkugel 3 des Kugelzapfens 2 als Feldgeber 4 ein Stabmagnet eingelassen, der ein Magnetfeld erzeugt, das von einem oder mehreren an dem Kugelgelenkgehäuse 1 angebrachten Magnetfeldrichtungssensoren 5, wie z.B. magnetoresistive Winkelsensoren,

1547 DE

5

erfaßt wird. Die maximale Auslenkung des Kugelzapfens 2 in dem Kugelgelenkgehäuse 1 ist durch den Winkel  $\alpha$  in Fig. 1 angedeutet.

Da im allgemeinen die höchsten Flächenpressungen im Äquatorialbereich der Gelenkkugel auftreten, ist der Feldgeber 4 im unteren Teil der Gelenkkugel eingelassen. In dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel ist der Feldgeber in der Gelenkkugel 3 in einem Ring 6 aus nicht magnetischem Material eingebettet, was die Gestaltung der Gelenkkugel 3 aus einem Ferromagnetischem Material erlaubt.

Der Feldgeber kann aus allgemein bekannten Dauermagnetwerkstoffen wie z.B. aus Alnico 500 oder Bariumferrit hergestellt sein. Bevorzugt ist er als Permanentmagnet aus Werkstoffen mit einem hohen Gütefaktor  $(B H)_{\max}$ , wie z.B.  $\text{SmCo}_5$ ,  $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ ,  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  oder ähnlichen Werkstoffen, hergestellt.

Die Sensoren befinden sich im Kugelgelenkgehäuse 1 auf einer Platte 7, z.B. einer Leiterplatte.

Fig. 2 zeigt die Anordnung der Magnetfeldrichtungssensoren 5 auf der Platte 7. Hierbei sind die Magnetfeldrichtungssensoren 5 mit ihren Meßbezugsachsen x, y, in einem Winkel von 90° zueinander und in einer Ebene auf der Platte 7 positioniert. Versuche haben gezeigt, daß gute Ergebnisse bei der Erfassung der Auslenkung des Kugelzapfens 2 erzielt werden, wenn die Magnetfeldrichtungssensoren 5 auf der Platte 7 nahe beieinander und die Platte 7 selbst senkrecht zur Mittelachse M des Kugelzapfens 2 angeordnet ist.

Fig. 3 zeigt den Kugelzapfen 2 in einem Schnitt mit dem entsprechenden Feldlinienverlauf gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Durch die Anordnung des Feldgebers 4 parallel zur Symmetrieachse des Kugelzapfens 2 und die senkrechte Anordnung der Magnetfeldrichtungssensoren 5 zum Feldgeber 4 ergibt sich im Erfassungsbereich der Sensoren ein strahlenförmiger Feldlinienverlauf.

Bei der Auslenkung des Kugelzapfens 2 in dem Kugelgelenkgehäuse ändert sich die Lage des Feldgebers 4 und somit der Feldlinienverlauf am Ort der Magnetfeldrichtungssensoren

1547 DE

6

5. Die Magnetfeldrichtungssensoren 5 erfassen zu jeder Position bzw. Auslenkung des Kugelzapfens 2 die entsprechenden Winkel des Feldlinienverlaufs an ihrem Ort. Dies ermöglicht es, die Auslenkung des Kugelzapfens 2 in dem Kugelgelenkgehäuse 1 entlang der zwei Freiheitsgrade mit nur einer Maßverkörperung, dem Feldgeber 4, zu bestimmen.

5

In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel erstreckt sich die Isolierung 6 des Feldgebers 4 auf dessen seitlichen Bereich. Der in der Gelenkkugel 3 liegende Pol des Feldgebers 4 ist dagegen mit der ferromagnetischen Gelenkkugel 3 in Kontakt. Hierdurch ergibt sich, wie in Fig. 3 gezeigt, eine Streckung des Feldlinienverlaufs, was die Erfassung von

10

Auslenkungen des Kugelzapfens 2 durch die Magnetfeldrichtungssensoren 5 verbessert.

15

Durch die Anordnung des Feldgebers 4 in der Symmetrieachse des Kugelzapfens 2 können Beeinflussungen durch Drehbewegungen des Kugelzapfens 2 um seine Symmetrieachse bei der Messung eliminiert werden, da aufgrund des strahlenförmigen Magnetfeldes im Gegensatz zu einer Auslenkung des Kugelzapfens 2 die Richtung des Magnetfeldes am Ort der Sensoren bzw. der von den Sensoren erfaßte Winkel bei einer Drehung des Kugelzapfens 2 nahezu gleich ist. Solche für die Messung unerwünschten Drehbewegungen des Kugelzapfens 2 können z.B. bei Lenkbewegungen auftreten, wenn das Kugelgelenk in einer Radaufhängung als Fahrzeugniveaugeber eingesetzt wird.

20

Vorteilhafterweise wird beim Einsatz des Kugelgelenks als Fahrzeugniveaugeber in einer Radaufhängung eine Meßbezugsachse x eines Magnetfeldrichtungssensors 5 entlang der Veränderung der Niveaulage der Karosserie in einer Verkipfung ausgerichtet, so daß die andere Meßbezugsachse y bzw. der andere Magnetfeldrichtungssensor 5 die durch die Brems- oder Beschleunigungslast auftretende Aufziehbewegung des Fahrzeugs erfaßt.

25

Fig. 4 zeigt in einem Schnitt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kugelgelenks. Die Sensoren sind hier für eine leichte Montage bzw. Positionierung zum Feldgeber 4 auf der Platte 7 an einem Verschußdeckel 8 des Kugelgelenkgehäuses 1 angebracht. Das Kugelgelenkgehäuse 1 besitzt im unteren Bereich eine Öffnung, welche mit dem Verschußdeckel 8 z.B. mittels Ultraschallschweißung oder Warmstemmen verschlossen wird. Die Magnetfeldrichtungssensoren 5 befinden sich dabei auf einer eine

30

1547 DE

7

Leiterplatte bildenden Platte 7, die Bestandteil des Verschlußdeckels 8 ist. Nach dem Verschließen des Kugelgelenkgehäuses 1 mit dem Verschlußdeckel 8 sind die Sensoren zu dem in der Gelenkkugel 3 eingelassenen Feldgeber 4 positioniert.

- 5 Das Kugelgelenkgehäuses 1 sowie der Verschlußdeckels 8 können in an sich bekannter Weise im Spritzgußverfahren hergestellt werden, wobei hierbei das die Sensoren kontaktierende Kabel 9 durch den Verschlußdeckels 8 eingeschlossen bzw. nach Außen geführt wird, so daß gleichzeitig eine Zugentlastung und Abdichtung des Kabels 9 über den Verschlußdeckel 8 erfolgt. Die Kontaktierung des aus dem Kugelgehäuse
- 10 herausgeführten Kabel 9 kann über einen Steckverbinder erfolgen.

Es ist auch möglich, das Sensormodul in dem Kugelgelenkgehäuse 1 zu montieren und eine Verbindung zwischen dem Kabel 9 und dem montierten Sensormodul beim Aufsetzen des Verschlußdeckels 8 mittels einer Streckverbindung herzustellen.

15

1547 DE

8

### Bezugszeichenliste

- 1 Kugelgelenkgehäuse
- 2 Kugelpapfen
- 3 Gelenkkugel
- 4 Feldgeber
- 5 Magnetfeldrichtungssensor
- 6 Ring
- 7 Platte
- 8 Verschlussdeckel
- 9 Kabel
- M Mittelachse des Kugelpapfens.
- $\alpha$  Winkel

1547 DE

9

---

## Kugelgelenk mit Winkelsensor

---

### Patentansprüche

1. Kugelgelenk mit einem Kugelgelenkgehäuse (1), einem in dem Kugelgelenkgehäuse (1) gelagerten Kugelzapfen (2), einem an der Gelenkkugel (3) des Kugelzapfens (2) angeordneten zweipoligen Feldgeber (4) und zumindest einem an dem Kugelgelenkgehäuse (1) angeordneten Magnetfeldrichtungssensor (5), der mit dem von dem Feldgeber (4) erzeugten Magnetfeld in Wechselwirkung steht, **dadurch gekennzeichnet, daß** nur ein Pol des zweipoligen Feldgebers (4) an der Kugeloberfläche angeordnet ist.
2. Kugelgelenk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Pole des Feldgebers (4) in der Symmetrieachse des Kugelzapfens (2) angeordnet sind.
3. Kugelgelenk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Feldgeber (4) ein Stabmagnet ist.

1547 DE

10

4. Kugelgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die Gelenkkugel (3) aus einem ferromagnetischen Werkstoff besteht und der  
Feldgeber (4) in der Gelenkkugel (3) in einer Schicht (6) aus nicht magnetischem  
Material eingebettet ist.
5. Kugelgelenk nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
der in der Gelenkkugel liegende Pol des Feldgebers (4) in Kontakt mit der  
ferromagnetischen Gelenkkugel (3) ist.
6. Kugelgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
zumindest zwei Magnetfeldrichtungssensoren (5), die mit dem von dem Feldgeber (4)  
erzeugten Feld in Wechselwirkung stehen, an dem Kugelgelenkgehäuse (1)  
angeordnet sind, wobei die Meßbezugsachsen (x, y) der Magnetfeldrichtungssensoren  
(5) in einer Ebene liegen und nicht parallel zueinander verlaufen.
7. Kugelgelenk nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die zwei Magnetfeldrichtungssensoren (5) auf einer Platte (7) in einem Winkel von  
90° zueinander angeordnet sind.
8. Kugelgelenk nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die Platte (7) an einem Verschlußdeckel (8) des Kugelgelenkgehäuses (1) angeordnet  
ist.
9. Kugelgelenk nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die Platte (7) senkrecht zur Mittelachse des Kugelzapfens angeordnet ist.

1547 DE

11

10. Kugelgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
das Kugelgelenk als Fahrzeugniveaugeber in einem Fahrwerk eines Fahrzeuges  
eingesetzt ist, wobei das Kugelgelenkgehäuse (1) und der Kugelzapfen (2) zwischen  
dem Fahrzeugchassis und der Radaufhängung des Fahrzeuges angeordnet sind.

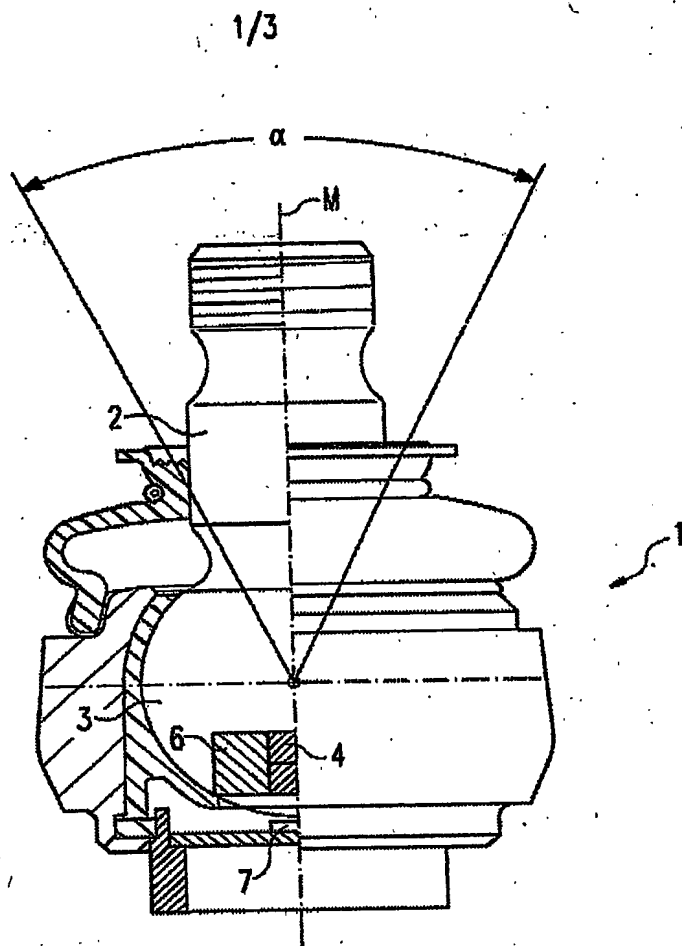


Fig. 1

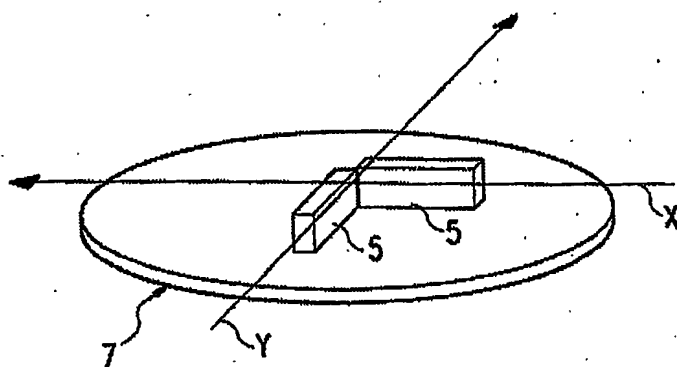


Fig. 2

2/3

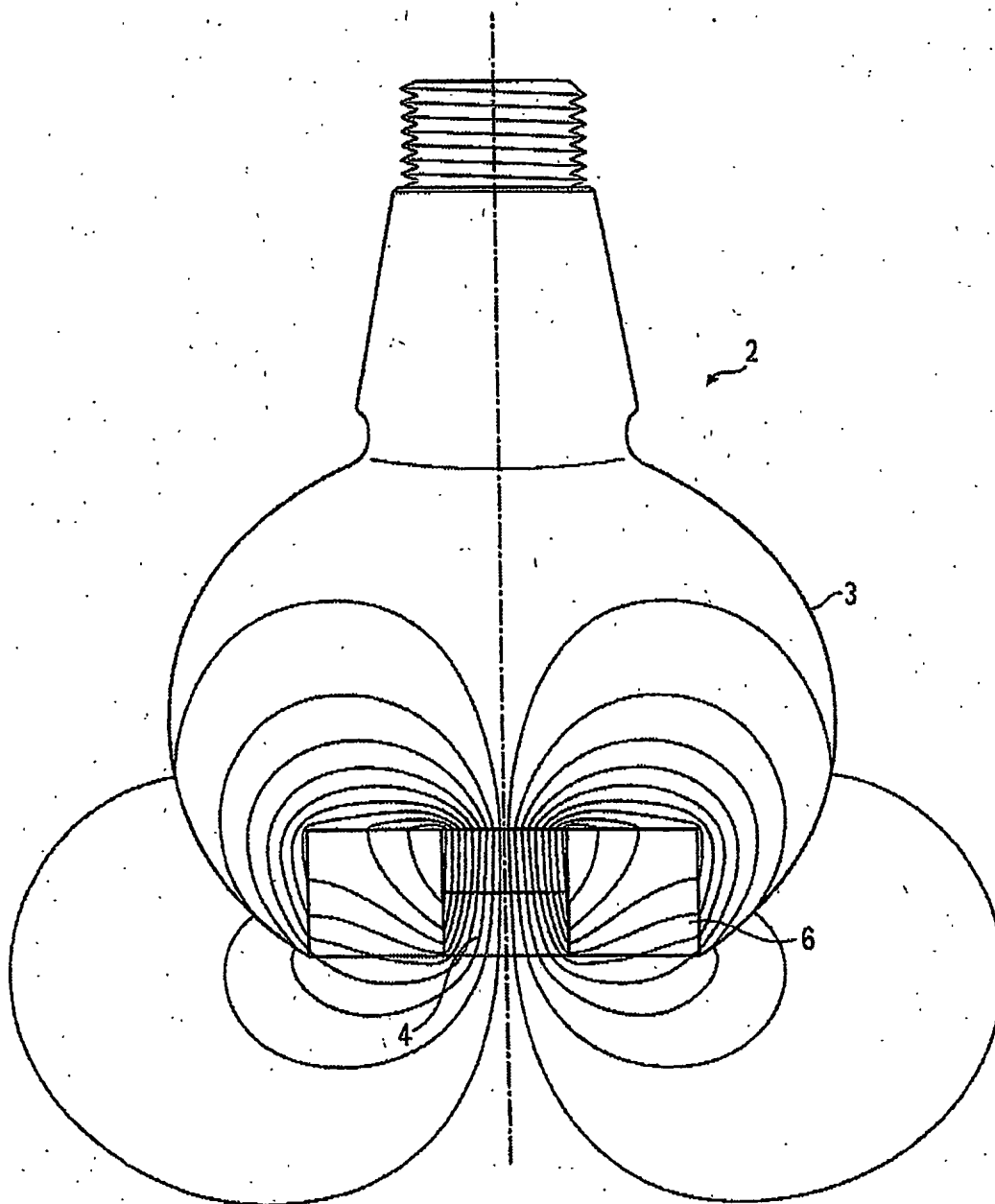


Fig. 3

fl

3/3

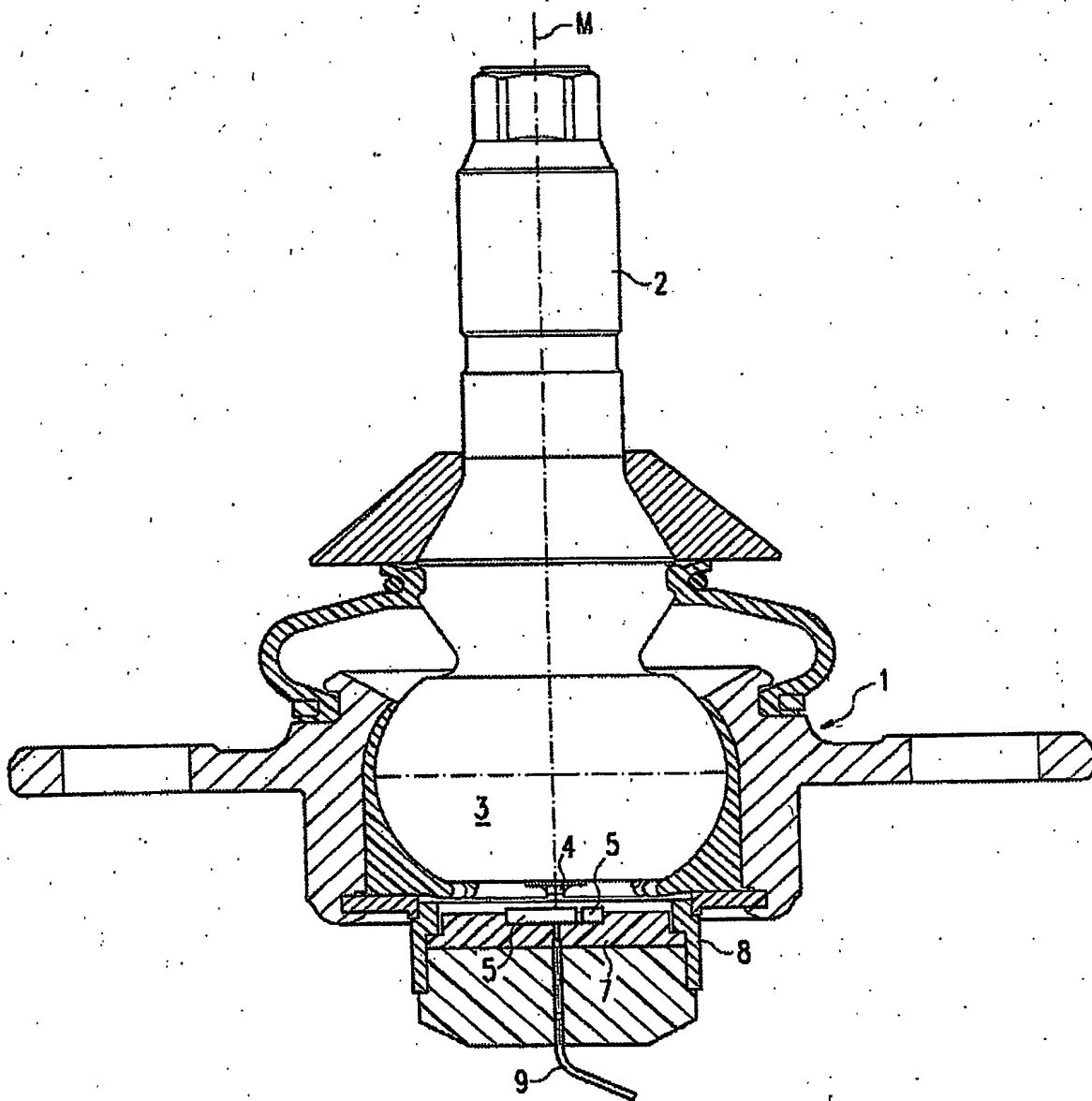


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**